

Tartu Ülikool

Loodus- ja täppisteaduste valdkond

Ökoloogia ja Maateaduste Instituut

Botaanika osakond

Epp Maria Lillipuu

Boreaalsed metsad Eestis ja nendega seotud ökosüsteemiteenused

Bakalaureusetöö (12 EAP)

Bioloogia eriala

Juhendaja: PhD Ene Kook

Tartu 2018

Infoleht

Boreaalsed metsad Eestis ja nendega seotud ökosüsteemiteenused

Boreaalne mets on maailmas üks olulisemaid bioome, mis pakub inimestele erinevaid ökosüsteemide teenuseid. Töö esimene pool annab ülevaate Eestis kasvavatest Põhja-Euroopa boreaalsete metsade elupaigatüüpidest, tüübirühmadest ja kasvukohatüüpidest ning nende seisukorrast Eestis. Töö teises osas kirjeldatakse erinevaid ökoüsteemide teenuste klassifitseerimise süsteeme ning kirjeldatakse CICES'i süstemaatikat järgides Eesti boreaalsete metsade pakutavaid ökosüsteemiteenuseid.

Märksõnad: ökosüsteemiteenused, boreaalsed metsad, metsa elupaigatüübid, tüübirühmad, metsakasvukohatüübid, CICES

CERCS: B270 Taimeökoloogia

Boreal forests in Estonia and ecosystem services related to them

Boreal forest is one of the most important biomes in the world that offers different ecosystem services. The first part of the paper gives an overview of the habitat types, site type groups and site types of the forests of boreal Europe in Estonia and their condition in Estonia. The second part of the paper introduces different classification systems for describing and evaluating ecosystem services and on the basis of the CICES system describes the ecosystem services provided by Estonian boreal forests.

Key words: ecosystem services, boreal forests, forest habitat types, site type groups, site types, CICES

CERCS: B270 Plant ecology

Sisukord

Infoleht.....	2
Sisukord.....	3
Sissejuhatus.....	4
1. Eesti geobotaaniline ja biogeograafiline iseloomustus.....	5
2. Põhja-Euroopa boreaalsete metsade elupaigatüübid Eestis.....	6
2.1 Vanad loodusmetsad ehk Läänetaiga	6
2.2 Tamme, pärna, vahtra, saare või jalakatega Fennoskandia hemiboreaalsed looduslikud vanad laialehised epifüütiderikkad metsad	9
2.3 Hariliku kuusega rohunditerikkad Fennoskandia metsad.....	11
2.4 Okasmetsad moreenikõrgendikel	12
2.5 Fennoskandia puiskarjamaad	13
2.6 Fennoskandia soostuvad ja soo-lehtmetsad.....	13
3. Boreaalsete metsade seisukord Eestis.....	15
4. Ökosüsteemide teenused.....	18
4.1 Ülevaade ökosüsteemiteenustest ja nende klassifitseerimisest.....	18
4.2 Ökosüsteemide teenused Eestis boreaalsete metsade näitel.....	20
4.2.1 Varustavad teenused.....	21
4.2.2 Reguleerivad ja säilitavad teenused.....	23
4.2.3 Kultuurilised teenused.....	26
5. Ohud metsaökosüsteemi teenustele.....	28
Kokkuvõte.....	29
Tänuavaldused.....	30
Kasutatud kirjandus.....	31
Lihtlitsents.....	39

Sissejuhatus

Boreaalsed metsad, mis kasvavad põhjapoolkera kõrgematel laiuskraadidel ning hõlmavad kolmandiku kogu maailma metsamaast, on üks suurimaid ja olulisemaid ökosüsteeme. Üle poole Eesti pindalast moodustab mets ning sellest suurem osa on Põhja-Euroopa ehk boreaalsed metsad. Neid metsi on pikaajaliselt majandatud, aga ometi on tekitatud kahju ökosüsteemidele ja nende elurikkusele jäänud pigem madalaks (FAO, 2010; Vanhanen *et al.*, 2012; Aastaraamat Mets 2016).

Boreaalsed metsad seovad ja säilitavad märkimisväärselt suurtes kogustes süsinikku ning annavad aluse puidutööstusele, mis on oluline majandusharu boreaalsetes tsoonides (Vanhanen *et al.*, 2012). Neid ja paljusid teisi looduse pakutavaid saadusi või protsesse nimetatakse ökosüsteemi teenusteks, mis jagunevad varustavate, reguleerivate ja kultuuriliste teenuste klassi, on eristatud ka tugiteenuste klassi (Haines-Young & Potschin, 2018). Nende teenuste olemasolu ja stabiilsus mõjutab otseselt inimeste heaolu, näiteks on reguleerivatel teenustel võime kliimamuutusi vähendada ning haiguste levikut takistada, varustavatel teenustel pakkuda toitu, joogivett ja ehitusmaterjali ning kultuurilistel teenustel võimaldada erinevaid puhke- ja vabaaja või õppimisvõimalusi.

Inimtegevuse tagajärjel on ökosüsteemides ja nende pakutavates teenustes märgata muutusi ning ökosüsteemide ja nende teenuste stabiilse jätkumise nimel tuleks rakendada paremini läbimõeldud metsa majandamise võtteid ning looduskaitse meetmeid (MEA, 2005; Adger *et al.*, 2005; Keskkonnaministeerium, 2012). Käesolevas töös antakse ülevaade boreaalsetest metsadest Eestis ning vaadatakse üle hinnangud nende seisukorrale. Töö teises pooles tutvustatakse ökosüsteemiteenuseid ja nende klassifikatsioone, täpsemalt MEA (*Millennium Ecosystem Assessment*), TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) ja CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) süsteeme. CICES'i süsteemi põhjal antakse ülevaade Eesti boreaalses metsaökosüsteemis leiduvate hüvede kohta.

Lõputöö eesmärk on anda ülevaade Eesti boreaalsetest metsadest, ökosüsteemide teenustest, Eesti Põhja-Euroopa boreaalse metsa ökosüsteemiteenustest ning lühike ülevaade metsaökosüsteemide ja nende teenuste seisundist.

1. Eesti geobotaaniline ja biogeograafiline iseloomustus

Geobotaaniliselt on Eestit liigitatud erinevatesse tsoonidesse, neist tuntuim on Soome autorite 1960-tel aastatel loodud tsoneering, mis paigutab Eesti hemiboreaalsesse geobotaanilisse vegetatsioonitsooni, ookeanilise ja mandrilise kliima üleminekualale (Ahti *et al.*, 1968). Hemiboreaalses tsoonis esinevad nii boreaalsed okasmetsad kui ka põhjapoolsed parasvöötme heitlehised metsad, mille puistute koosseisu mõjutavad niiskusrajoon ja mullatüüp. Hemiboreaalsed metsad esinevad Loode-Euroopas laiuskraadidel 56-60°N ning on väga heterogeense elustikuga, erinedes põhjapoolsetest boreaalsetest metsadest mitmekesiste häiringurežiimide, kliima, muldade ja maakasutuse poolest (Ahti *et al.*, 1968; Nilsson, 1997). Vaadates meie levinumate metsade liigilist koosseisu ja mullatüüpe võib öelda, et Eesti metsad on lähedasemad boreaalse tsooni kui parasvöötme tsooni metsadele (Socava *et al.*, 1960, viidatud Ahti *et al.*, 1968 kaudu). Samas asuvad hemiboreaalses tsoonis parasvöötme liigid oma leviala kõige põhjapoolsemas osas, mille alusel on hemiboreaalne tsoon pigem osa parasvöötimest (Saucier, 2008). Uuema liigituse kohaselt paikneb Eesti geobotaaniliselt segametsade allvööndi põhjaosas ehk saluokasmetsade vööndis põhjapoolkera parasvöötmes (Paal, 1999). Arvestades kliimat, ookeanilisi mõjusid ja geograafilist asukohta, asub suurem osa Eesti aladest peamiselt nemoraalses biogeograafilises tsoonis ja väiksem idapoolne osa Kirde-Eestist Kagu-Eestini aga boreaalses tsoonis (Metzger *et al.*, 2005). Euroopa Keskkonnaagentuuri biogeograafiliste regioonide hinnangu järgi asub Eesti boreaalses tsoonis (EEA, 2002). Kliimaatilisel asub suurem osa Eestist parasvöötme niiske mandrilise kliima ja külma talvega tsoonis, ehk Atlandi kontinentaalregioonis, kuid väike osa läänepoolsetest saartest asub merelise kliima ja maheda talvega tsoonis (Luhamaa *et al.*, 2014).

2. Põhja-Euroopa boreaalsete metsade elupaigatüübid Eestis

Euroopa Liidu looduslike elupaikade ja neis elutseva loomastiku ja taimestiku kaitseks loodud direktiiv ehk ‘‘Loodusdirektiiv’’, mis loodi 1992. aastal, on aluseks Natura 2000 kaitsealade võrgustikule. Eesti metsamaast on registreeritud 12,5% kui Natura 2000 ‘‘Loodusdirektiivi’’ elupaigatüüp, Natura 2000 kaitse all olevad Põhja-Euroopa boreaalsete metsade elupaigatüübid moodustavad 7,1% kogu metsamaast (Paal, 2004; Aastaraamat Mets 2016).

‘‘Loodusdirektiivi’’ järgi kuuluvad Põhja-Euroopa boreaalsete metsade elupaigatüüpide alla:

1. 9010 Vanad loodusmetsad ehk läänetaiga
2. 9020 Tamme (*Quercus*), pärna (*Tilia*), vahtra (*Acer*), saare (*Fraxinus*) või jalakatega (*Ulmus*) Fennoskandia hemiboreaalsed looduslikud vanad laialehised epifüütiderikkad salumetsad ehk vanad laialehised metsad
3. 9050 Hariliku kuusega (*Picea abies*) rohunditerikkad Fennoskandia metsad ehk rohunditerikkad kuusikud
4. 9060 Okasmetsad moreenikõrgenditel
5. 9070 Fennoskandia puiskarjamaad
6. 9080 Fennoskandia soostuvad ja soo-lehtmetsad (Paal, 2007).

2.1 Vanad loodusmetsad ehk Läänetaiga (*Western taiga*)

‘‘Euroopa Liidu elupaikade tõlgendamise käsiraamat’’ kirjeldab läänetaigat kui elupaigatüüpi, kus esinevad peamiselt looduslikud inimtegevusest puutumata vanad metsad, aga ka peale põlengut looduslikult uuenenud noored metsad (Romano, 1996). Läänetaiga metsade alla loetakse põlismetsa kriteeriumitele vastavad palu-, nõmme-, loo-, laane- ja rabastunud metsade tüübirühmi. Lisaks loetakse läänetaiga elupaigatüübi alla sürjametsade tüübirühma sürjakaasikud, salumetsade tüübirühma salukaasikud ja -kuusikud ning soostuvate ehk soovikumetsade tüübirühma männikud (Paal, 2007). Tänapäeval on vastumeetmete tõttu jäänud harvaks põlengud, mis on boreaalsetele piirkondadele iseloomulikud, millest tulenevalt on aeglustunud metsade loomulik looduslik uuenemine. Intensiivse metsamajanduse tõttu on kadumas ka vanadele loodusmetsadele iseloomulikud puistud, mille tagajärjel jääb kõdu- ja surnud puitu vähemaks ning puistu heterogeensus väheneb (Romano, 1996).

Loometsad (*eutrophic alvar forests*) kasvavad tasase reljeefiga aladel õhukestel karbonaatse lähtekivimiga muldadel ning võivad suvel olla väga kuivad, mistõttu on need metsad madala produktiivsusega (Paal, 2007). Eestis hõlmavad loometsad kõigist metsadest 2,4% (Aastaraamat Mets 2016), nad levinud on Saaremaal ning Põhja- ja Loode-Eesti paepealsetel. Tegu valgusküllaste metsadega, kus puud asetsevad hõredalt, jättes ruumi ja valgust kseromesofiilse alustaimestiku kujunemiseks. Puurindes kasvavad peamiselt mänd, kask ja kuusk, põõsarindes kadakas, sarapuu, harilik pihlakas, paakspuu (Paal, 2007). Rohurinne on liigirikas, seal leidub nii kserofüüte (nõmm-liivatee, leesikas), nemoraalsete metsade liike (harilik sinilill, longus helmikas) kui ka kaltsifiidseid niidu- ja stepitaimi (angerpist, hobumadar), lisaks haruldasi samblaid ja samblikke (Meier & Paal, 2009). Loometsades on esindatud leesikaloo-, kastikuloo- ja lubikaloo kasvukohatüüp (Paal, 2007; Lõhmus, 2004).

Nõmmemetsad (*oligothrophic boreal heath forests*) on hõredad õhukeselt leetunud leedemuldadel kasvavad metsad, muld võib periooditi muutuda väga kuivaks, mis põhjustab metsa aeglase kasvu. Need metsad kasvavad liivastel mereäärsetel muldadel, mõhnastikel ja sanduritel, peamiselt Hiiu- ja Saaremaal, Vormsil, Loode-, Kagu- ja Põhja-Eestis, samuti Peipsi põhjakaldal ning moodustavad 0,2% kõikidest metsadest (Paal, 2004; Aastaraamat Mets 2016). Puurindes kasvavad peamiselt männid, kuid võib esineda ka arukaski. Põõsarinde esinemise puhul kasvavad seal vaid kadakad. Puhma- ja rohurinne on hõredad ja liigivaesed. Puhmarindes leidub kanarbikku, mustikat, pohla, harilikku kukemarja, leesikat ja nõmm-liivateed. Rohurindes esineb näiteks võnk-kastevart, lamba-aruheina, kassikäppa ja lakkhete. Nõmmemetsades on tiheda sambla-ja samblikurinde esinemine iseloomulik, liikidest on esindatud palusammal, kaksikhammas, liiv-karusammal, põdrasamblik ja islandi käokõrv (Lõhmus, 2004). Nõmmemetsades esineb sambliku- ja kanarbiku kasvukohatüüp (Paal, 1997; Lõhmus, 2004).

Laanemetsad (*mesotrophic boreal forests*) on tinglikult piiritletud metsad, mis kasvavad hea veerežiimiga leetunud, gleistunud või näivleetunud muldadel. Neid metsi võib leiduda erinevatel pinnavormidel, näiteks tasandikel, oosidel, voortel, laugetel nõlvadel ja mõhnastikel (Paal, 2007; Lõhmus, 2004). Tegu on kõige levinuma metsatüübiga Eestis, laanemetsad moodustavad 27,6% kogu metsamaast, seega on ka nende metsade leviala Eestis väga lai, hõlmates nii Kagu- ja Lõuna-Eestit kui Põhja- ja Lääne-Eestit. Liigilise koosseisu alusel eristatakse laanemetsad liigivaesteks männi- ja kuusemetsadeks, mida iseloomustab jänesekapsa-mustika kasvukohttüüp ning liigirikasteks kuusemetsadeks, mida iseloomustab

jänesekapsa kasvukohatüüp. Nii liigirikka kui liigivaese laanemetsa puu- ja põõsarinded on sarnased, puurindes domineerib kuusk, leidub ka mände, arukaski ja haabu. Varieeruva tihedusega põõsarindest võib leida näiteks lodjapuud, pihlakat ja paakspuud, rohurinnet iseloomustab jänesekapsas. Liigivaese ja liigirikka tüübi puhma- ja rohurinded on mõnevõrra erinevad. Liigivaese laanemetsa tüüpilised rohu- ja puhmarinde liigid on mustikas, pohl, laanelill ja leseleht, liigirikkal tüübil näiteks võsaülane ja sinilill. Samblarindes leidub näiteks harilikku laanikut, metsakäharikku ja palusammalt (Paal, 2000). Paal (2007) jagab laanemetsad jänesekapsa-mustika ning jänesekapsa kasvukohatüübiks, kuid Lõhmuse (2004) tüpoloogia järgi jaguneb antud tüübirühm jänesekapsa- ja sinilille kasvukohatüübiks.

Palumetsad (*oligo-mesotrophic boreal forests*) kasvavad erinevatel positiivsetel pinnavormidel periooditi kuivadel leedemuldadel, millel võib olla õhuke huumusehorisont (Paal, 2000; Lõhmus, 2004). Metsad on levinud Kagu- ja Lõuna-Eestis, aga ka Kirde-, Lääne- ja Põhja-Eestis ja saartel ning moodustavad 23,3% kõikidest metsadest (Paal, 1999; Aastaraamat Mets 2016). Puurindes domineerib mänd, II rindes kuusk ning sekundaarses puistus leidub arukaske ja haaba. Hõredas liigivaeses põõsarindes kasvab harilik kadakas, harilik pihlakas, harilik vaarikas ja harilik paakspuu (Paal, 2007). Alustaimestikule on iseloomulikud puhmastaimed, palju kasvab pohla, mustikat ja kanarbikku, hõredas rohurindes näiteks karvast piipheina, palu-härgheina ja kattekolda. Harilik laanik, palusammal ja kaksikhammas kujundavad tiheda samblarinde (Paal, 2000). Paal (1999) jaotab palumetsad pohla- ja mustika kasvukohatüüpideks, Lõhmus (2004) jaotab need omakorda veel vastavalt tüüpiliseks pohla kasvukohatüübiks ja jänesekapsa-pohla kasvukohatüübiks ning tüüpiliseks mustika kasvukohatüübiks, karusambla-mustika kasvukohatüübiks ja jänesekapsa-mustika kasvukohatüübiks.

Rabastuvad metsad (*oligotrophic paludifying forests*) kasvavad tasastel pinnavormidel soode läheduses erinevatel happelistel liigniisketel leetunud leedemuldadel (Paal, 2007; Lõhmus, 2004). Antud tüübirühm moodustab 0,4% kõikidest metsadest Eestis (Aastaraamat Mets 2016) ning on levinud kõikjal üle Mandri-Eesti ja saartel, karusambla-mustika kasvukohatüübi metsad asuvad põhiliselt Lõuna- ja Kagu-Eestis. Enamuspuuliigiks on peamiselt mänd või kuusk, leidub ka arukaske. Hõredast põõsarindest võib leida näiteks paakspuud, paju ja harilikku pihlakat. Puhmarindes leiab näiteks pohla, mustikat, kanarbikku, sookailu, harilikku kukemarja, rohurindest tarna perekonna esindajaid, tupp-villpead ja

harilikku murakat. Samblarinne on turbakihi paksusest sõltuv, mida tüsedam on turbakiht, seda rohkem on seal turbasambla liike ning vähem on palusammalt, kaksikhammast ja harilikku laanikut (Paal, 2007). Rabastuvate metsade kasvukohatüübid Paali (1999) tüpoloogia järgi on karusambla-mustika, karusambla- ja sinika kasvukohatüüp, Lõhmus (2004) jaotab antud metsad sinika ja karusambla kasvukohatüübiks, liigitades karusambla-mustika kasvukohatüübi palumetsade tüübirühma alla.

Lisaks loetakse läänetaiga elupaigatüübi alla sürjametsade tüübirühma sürjakaasikud, salumetsade tüübirühma salukaasikud ja -männikud ning soostuvate ehk soovikumetsade tüübirühma männikud (Paal, 2007). Sürjametsi kirjeldatakse alapeatükis 2.4 Okasmetsad moreenikõrgendikel, salumetsi alapeatükis 2.2 Tamme (*Quercus*), pärna (*Tilia*), vahtra (*Acer*), saare (*Fraxinus*) või jalakatega (*Ulmus*) Fennoskandia hemiboreaalsed looduslikud vanad laialehised epifüütiderikkad metsad ning soostuvaid metsi alapeatükis 2.3 Hariliku kuusega (*Picea abies*) rohunditerikkad Fennoskandia metsad kus nad on rohkem iseloomulikud.

2. 2 Tamme (*Quercus*), pärna (*Tilia*), vahtra (*Acer*), saare (*Fraxinus*) või jalakatega (*Ulmus*) Fennoskandia hemiboreaalsed looduslikud vanad laialehised epifüütiderikkad metsad ehk vanad laialehised metsad ((*Fennoscandian hemiboreal natural old broad-leaved deciduous forests (Quercus, Tilia, Acer, Fraxinus or Ulmus) rich in epiphytes*))

Olles vahelüli boreaalse läänetaiga ja nemoraalsete metsade vahel, on selle elupaigatüübi metsad eristavad oma liigikkuse ja vanade metsakoosluste poolest, neis leidub palju kõdupuitu, häilusid ja mikroelupaiku. Ajalooliselt on paljud neist olnud kasutuses karjatamis- või heinategemismetsadena. Vanades laialehistes metsades on tüübirühmadest esindatud salumetsad, loometsad ja -põõsastikud ning soostuvad ehk soovikumetsad ja -põõsastikud, kus kõigis domineerivad laialehised liigid (Paal, 2007). Varasemalt on ka Lõuna- ja Kesk-Eestis kasvavaid sürjametsi, mis on loometsade sarnased, käsitletud antud elupaigatüübi osana (Paal, 2000).

Salumetsad (*eutrophic boreo-nemoral forests*) kasvavad viljakatel parajalt niisketel karbonaatsel moreenil olevatel muldadel, neid leidub tasastel pinnavormidel ja ka oosidel

ning voortel. Metsakooslused sarnanevad lõunapoolse parasvöötme (Kesk- ja Lõuna-Euroopa) kooslustele, mistõttu eristab teistest Eesti metsadest salumetsi nemoraalne alustaimestik. Palju esineb avatud häilusid, kus võib leida kõdupuitu ja varist, mis on koduks mitmetele ohustatud liikidele. Vanade laialehiste elupaikade hulka loetakse need vanad salumetsad, kus kvantitatiivse enamuse moodustavad lehtpuud (Paal, 2000). Salumetsi on Eestis 10,2% (Aastaraamat 2016). Paal (2007) eristab sinilille ja naadi kasvukohatüübi, kuid Lõhmus (2004) loeb sinilille kasvukohatüübi hoopis laanemetsade tüübirühma alla ning tema tüpoloogia järgi on salumetsades naadi ja sõnajala kasvukohatüübid.

Sinilille kasvukohatüübi metsad kasvavad hea veerežiimiga leetjatel või leostunud pruunmuldadel väga õhukesel metsakõdu kihil lainjatel pinnavormidel nagu oosid või voored. Metsad on levinud Lääne- ja Põhja-Eestis ning saartel. Puurindes võib kõige tihedamini kohata kuuske, harvem ka mändi ja arukaske, mõnes puistus kasvab haab, hall-lepp või tamm. Varieeruva tihedusega põõsarindes kasvavad näiteks magesõstar, harilik kusalpuu ja sarapuu, liigirikkast rohurindes leiab kõige rohkem sinilille, jänesekapsast, metsmaasikat, saartel ja Lääne-Eestis ka karulauku. Katkendlikus samblarindes leidub näiteks harilikku laanikut ja lehviksammalt (Paal, 2007).

Naadi kasvukohatüüpi metsad kasvavad lainjatel ja künklikel pinnamoodustistel gleistunud, leostunud või leetjatel niisketel muldadel, millel on üliõhuke kõdukiht. Viljakal mullal kasvavad peamiselt kaasikuid, harvem esineb ka kuusikuid, haavikuid ja hall-lepa metsi. Vähesäilinud kõvade lehtpuudega salumetsades leidub ka pärna, tamme, saart, jalakat ning vahtrat (Lõhmus, 2004). Liigirikkas põõsarindes kasvavad sinilille metsakasvukohatüübiga sarnased liigid, lisaks on seal ka harilikku pihlakat, vaarikat, harilikku paakspuud ja toomingat. Puhmarinne puudub täielikult ning liigirikkas rohurindes kasvavad eutroofsed ja nemoraalsed mullaviljakusest sõltuvad liigid nagu naat, koldnõges, harilik kopsurohi ja võsaülane. Hõredas samblarindes leidub näiteks harilikku roossammalt ja harilikku raunikut. Antud metsakasvukohatüüpi on Ida- ja Kesk-Eestis, aga ka Lääne-, Edela- ja Põhja-Eestis ning Saaremaal, kus metsad, mis on tamme peapuuliigiga, on peamiselt tekkinud kinnikasvanud puisniitudest (Paal, 2007).

2. 3 Hariliku kuusega (*Picea abies*) rohunditerikkad Fennoskandia metsad ehk rohunditerikkad kuusikud (*Fennoscandian herb-rich forests with Picea abies*)

Toitaineterikkal huumuserohketel pruunmuldadel kasvavaid rohunditerikkaid kuusikuid leiab madalatelt pinnamoodustistelt, soode ligidalt, nõlvade jalamitel ja jäärakutes. Põhjavesi on maapinnale lähedal ning seega on need metsad hästi veega varustatud, mis võimaldab lopsaka rohurinde kujunemist. Tamme-segametsadest aja jooksul tekkinud rohunditerikastes kuusikutes on jäänukina vähenõudlikele salumetsadele sarnane alustaimestik. Tavaliselt domineerib puurindes harilik kuusk, lisaks esineb neis ka erinevaid lehtpuid. Kõrge rohurinde moodustavad erinevad kõrrelised, sõnajalad ja angervaks. Need metsad jaotatakse kuivadeks, parasniisketeks ja niisketeks rohunditerikasteks metsadeks (Romano, 1996; Paal 2007). Sellesse elupaigatüüpi kuuluvad soostuvate metsade kuusikud, loometsade ja -põõsastike tüübirühmast vaid rohunditerikkad kuusikud ja salumetsade kuusikud (Paal, 2007). Salukuusikud (naadi ja sinilille kasvukohatüüp) on Eestile kõige iseloomulikum tsonaalne taimekooslus (Paal, 1999).

Soostuvad metsad ehk soovikumetsad (*eutrophic paludifying forests*) on äratuntavad oma alla 30 cm paksuse turvastunud huumusehorisondi poolest, muld võib olla glei- või turvastunud muld. Need erinevatel pinnavormidel kasvavad metsad on varustatud mineraalainerikka põhjaveega, mille perioodilise veetaseme kõikumise tõttu esineb palju lagunenu metsakõdu. Soovikumetsad moodustavad 15,5% kõigist meie metsadest ning neid võib pisteliselt leida kogu Eestist (Aastaraamat Mets 2016; Paal, 2007). Peapuuliik sõltub mullast - rohkem soostunud aladel on peapuuliigiks mänd või mõni lehtpuu, näiteks harilik haab, harilik saar, sanglepp. Kuivematel muldadel on domineerivaks puuliigiks harilik kuusk koos arukase, sookase ja sanglepaga. Liigirikas põõsarindes kasvavad näiteks must ja mage sõstar, harilik toomingas, harilik paakspuu, näsiniin ja tuhkurpaju. Huumusrikkast mullast tulenevalt on rohurinne lopsakas ja liigirikas (Paal, 2007). Paal jaotab soovikumetsad sõnajala ja angervaksa kasvukohatüüpideks, mis erinevad oma rohu- ja samblarinde poolest. Sõnajala kasvukohatüüp on oma veerežiimi ja mullaomaduste poolest erinev salumetsadest, kuhu Lõhmus on ta oma tüploogias paigutanud (Paal, 1999). Laasimer ja Masing on antud kasvukohatüübi liigitanud lodusalumetsade alla (Laasimer & Masing, 1995). Puhmarinne puudub, liigirikast rohurinnet iseloomustavad suured sõnajalad, näiteks naistesõnajalg, laanesõnajalg, laiuv sõnajalg ning kõrged taimed nagu angervaks, heinputk, seaohakas,

kõrvenõges, ojamõõl. Sammaldest kasvavad selles kasvukohatüübis kähar salusammal, metsakäharik, harilik roossammal. Sõnajala kasvukohatüübi metsi leidub väikestel aladel Ida-, Edela-, Kesk- ja Kirde-Eestis (Paal, 2000).

Angervaksa kasvukohatüübi metstd on levinud üle Eesti. Rohurinne on liigirikas, selles leidub näiteks angervaksa, soo-koeratubakat, roomavat tulikat, tarnasid, lillakat, ojamõõla ja naistesõnajalga. Samblarindes on näiteks harilik raunik, teravtipp ja soovildik (Paal, 2000). Lõhmus jaotab soovikumetsad osja kasvukohatüübiks, tarna kasvukohatüübiks ja angervaksa kasvukohatüübiks, mis omakorda jaguneb tüüpiliseks ja tarna-angervaksa kasvukohatüübiks (Lõhmus, 2004).

2. 4 Okasmetsad moreenikõrgendikel (*Coniferous forests on, or connected to, glaciofluvial eskers*)

Seda elupaigatüüpi esindavad Eestis okasmetsade enamusega sürjametsad, mis kasvavad periooditi kuival toitainerikastel küllustunud sidus-liivmuldadel, leostunud, karbonaatsetel või näivleetunud muldadel. Neid metsi leiab positiivsetelt pinnavormidelt, nagu mõhnad, oosid ja voored ning nende liigiline koosseis võib sõltuda keskkonna valgustingimuste erinevusest varjulisemate ja valgusküllasemate nõlvade vahel.

Pinnamoodustiste lagedamatel aladel valitseb harilik mänd, nõlvadel leidub rohkem kuuske või lehtpuid. Rohurindes leiab niidutaimi (suur aruhein, aasristik), salumetsaliike (harilik sinilill, nurmenukk, koldnõges) ja jänesekapsast, puhmarindes harilikku pohla ja harilikku mustikat. (Paal, 2007; Romano, 1996; Paal 2000). Lõhmus (2004) sürjametsade tüübirühma ei erista.

Sürjametsad kasvavad kõrgemate pinnavormide tasastel aladel või nõlvadel leetjatel või leostunud pruunmuldadel. Selle tüübirühma metsi kasvab Pandivere kõrgestikul, Lõuna- ja Kesk-Eestis ning nad on väga sarnased loometsadele. Puurindes võib kõige sagedamini kohata harilikku mändi, arukaske ja harilikku kuuske, mõnes kohas ka lehtpuid nagu saar, vaher ja tamm. Põõsarindes kasvab sarapuud, harilikku kuslapuud ja magedat sõstart, rohurindes esineb nii eutroofseid taimi nagu sinilill, nurmenukk ja nurmenukk kui ka taimi, mille eritised on happelised nagu jänesekapsas, pohl ja mustikas. Ka metsmaasikas, värvmadar, longus helmikas ja aaskaerand on tavalised sürjametsaliigid. Samblarindes on

metsakäharik, harilik laanik, loodehmik ja palusammal. Sürjametsad jagunevad maasika ja sarapuu kasvukohatüüpideks (Paal, 2000).

2. 5 Fennoskandia puiskarjamaad (*Fennoscandian wooden pastures*)

Puiskarjamaad on inimtekkelised kooslused, mis on olnud kasutusel karja- ja heinamaadena, kus on ka puid raiutud. Puisniitudest eristab puiskarjamaid rohukamara olemasolu, mille tekke põhjuseks on pikaajaline karjatamine, mitte niitmine (Kukk & Kull, 1997). Puiskarjamaid tuleb pidevalt hooldada, et kooslus saaks säilida. Puurinne on üsna hõre, kohati esinevad väikesed metsatukad, kus leidub nii lehtpuid kui okaspuid (Romano, 1996). Rohurindes on valguküllasuse ja karjatamise tõttu mitmeid karjamaaumbrohuliike nagu tarnu ning kõrrelisi, kohata võib ka kõrvenõgest, sirplutserni ja harilikku raudrohtu. Peamiselt leidub puiskarjamaid Lääne-Eestis ja saartel. Tüübirühmadest esineb selles elupaigatüübis loometsade ja -põõsastike karjatatavad harvikud ja sarapikud ning lisaks Fennoskannia puisniidu elupaigatüübi tüübirühmad, mille alla on traditsiooniliselt arvatud looniidud, paluniidud, sürjaniidud, pärisaruniidud, lamminiidud ja soovikuniidud (Paal, 2007).

2. 6 Fennoskandia soostuvad ja soo-lehtmetsad (*Fennoscandian deciduous swamp woods*)

Sellesse Eestis laialdaselt levinud elupaigatüübi alla kuuluvad soostuvad lehtmetsad (sinihelmika kasvukohatüüp), madalsoometsad ja lodumetsad, mille ühisteks joonteks on madalal või tasasel reljeefil kasvukoht, turbakihi olemasolu ning pinnavee mõju. Sinihelmika kasvukohatüübi metsad kasvavad laugetel aladel, näiteks sooäärsetel- ja jääjärvetasandikel, mikroreljeef võib tüvede ümbruses olla mätlik. Seetõttu pole veel võimalust ära voolata ning kõrge tasemega põhjavesi võib periooditi pinnale imbuda. Muldadest on Lääne-Eestis küllastunud või turvastunud gleimuldi ning Ida-Eestis küllastumata turvastunud muldi ja leetjaid gleimuldi, turbahorisont jääb mõlemal alla 30 cm (Paal, 2007). Sinihelmika kasvukohatüüpi metsad on tekkinud kuivendatud sooniitudest või soopuisniitudest (Paal, 1999). Kõige enam leidub neis metsades sookaske ja harilikku mändi, harvem harlikku kuuske, sangleppa ja harilikku haaba. Põõsarindes kasvavad näiteks kadakas, lodjapuu ja tuhkur paju. Puistust ja veerežiimist sõltuvast rohurindes leiab näiteks sinihelmikat, jäneskastikut, angervaksa, lillakat, erinevaid tarnu ja kõrrelisi. Samblatest leidub

harilikku laanikut, harilikku palusammalt, teravtippu, soovildikut ning turbasamblaid. Antud kasvukohatüübi metsad asuvad Lääne- ja Loode-Eestis ja ka saartel (Paal, 2007). Lõhmus (2004) käsitleb sinihelmika kasvukohatüüpi kahe erineva, tarna ja osja, kasvukohatüübina. **Madalsoometsad** (*eutrophic to meso-ertrophic (minerotrophic) swamp forests*) kasvavad erinevate sügavustega vähemineraalse põhjavee toitelistel madalsoomuldadel, mida iseloomustab erinevates lagunemisfaasides olev turbakiht ning alaline veega küllastatus (Paal, 2000). Puurindes leidub enim sookaske, esineb ka harilikku mäнди, kuivendatud aladel leidub ka harilikku kuuske, kohati ka sangleppa. Varieeruva tihedusega põõsarindes on harilikku paakspuud, porssa, madalat kaske ja erinevaid pajusid. Rohurinne on liigivaene, leidub palju tarnu ja teisi liike nagu ubaleht, kollane võhumõök, soomadar, sookastik. Soovildik, harilik teravtipp ning erinevad turbasamblad moodustavad mätastevahelise samblarinde, mätastelt leiab ka laanikut ja palusammalt. Antud kasvukohatüüpi kasvab Lääne-, Edela- ning Kesk-Eestis (Paal, 2007). Lõhmus (2004) loeb madalsoo kasvukohatüübi rohusoometsade tüübirühma alla.

Lodumetsad (*Calla swamp forests*), tuntud ka kui soovõha kasvukohatüüpi metsad, kasvavad varieeruva sügavusega madalsoomuldadel või lammi-madalsoomuldadel, millel kõigil on hästi lagunenu turbakiht. Neid metsi leidub lauetel pinnavormidel, maastikku iseloomustavad mättad. Põhjavesi on voolav ning mineraalainerikas, mätastevaheline ala enamuse ajast üleujutatud (Paal, 1999). Sügavama turbakihi muldadel on peapuuliigiks sookask ning õhukesema kihiga muldadel sanglepp, leidub ka harilikku kuuske. Liigirikkas põõsarindes kohtab sarnaseid liike angervaksa kasvukohatüübiga, aga lisaks kasvab neis ka lodjapuud. Mosaiikses liigirikkas rohurindes on mätastel ussilakka, lillakat, leselehte ja püsik-seljarohtu, mätaste vahelistes nõgudes näiteks soovõhka, erinevaid tarnasid, soo-osja, soo-koeratubakat, roomavat tulikat, jänesekapsast, ojamõõla. Katkendlikust samblarindest leiab erinevaid liike nagu lehviksamblad, südajas tõmptipp, harilik kaksikhammas, tüviksammal. Kirde-Eestis on lodumetsad enim levinud, aga neid on ka Kesk- ja Edela-Eestis (Paal, 2007). Lõhmus (2004) loeb lodu kasvukohatüübi osaks rohusoometsade tüübirühmast.

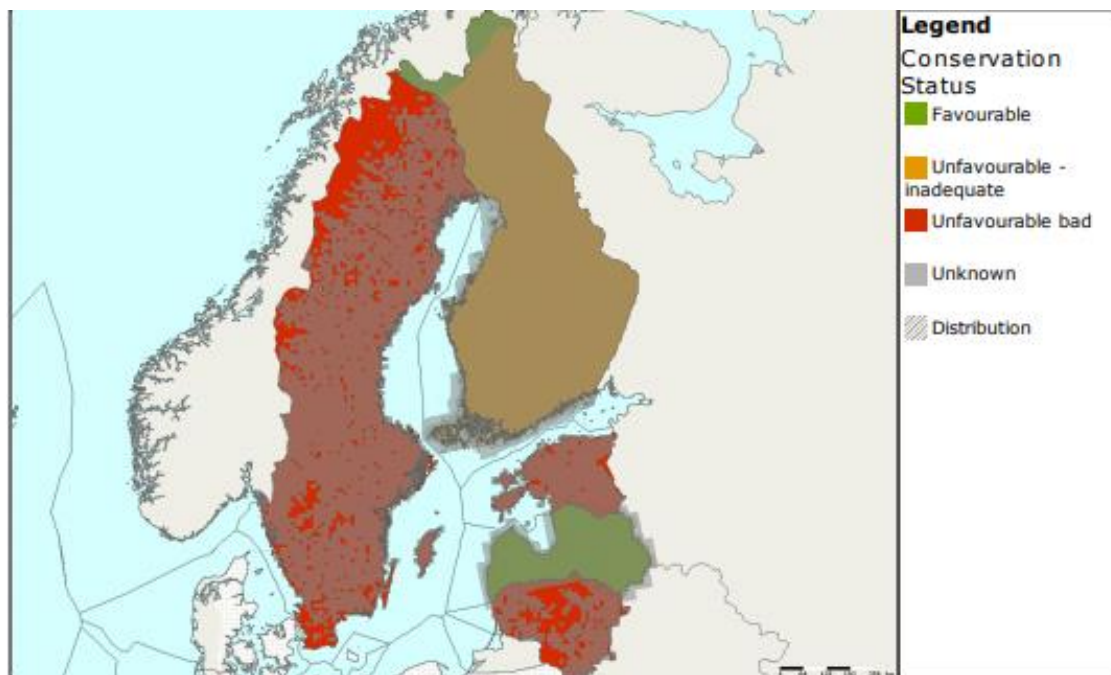
3. Boreaalsete metsade seisukord Eestis

Boreaalsed metsad on maailma mastaabis üsna vähe inimtegevuse poolt mõjutatud ja muudetud bioom, mille metsatustumine on maailma metsaökosüsteemidest väikseim. Siiski on kliimamuutused ja metsamajanduse intensiivistumine on hakanud ka nendel aladel mõju avaldama, peamiselt läbi elurikkuse ning looduslike metsade kadu (MEA, 2005; Mannerkoski, 2012; Vanhanen *et al.*, 2012). Vanade loodusmetsade ehk läänetaiga tervislik seisund on eriti oluline, sest see elupaigatüüp on koduks paljudele ohustatud liikidele ning kõikjal Euroopas võib märgata nende kadumist (Paal, 2000).

1992. aastal vastu võetud ‘‘Loodusdirektiivi’’ nõuete täideviimise jälgimiseks on Euroopa Komisjoni Artikkel 17, mille järgi liikmesriigid peavad iga 6 aasta tagant esitama Natura 2000 kaitsealade, aga ka väljaspool seda olevate alade kohta aruande, milles on antud ülevaade ja hinnang loodushoiualadele rakendatud kaitsemeetmete kohta (Euroopa nõukogu direktiiv, 1992).

Natura 2000 sidusa looduskaitsealade võrgustiku eesmärk on säilitada ja kaitsta ‘‘Loodusdirektiivi’’ I ja II lisa liike ja elupaiku ning selleks on vastavad nõuded ka Eesti looduskaitseaduses (Looduskaitseadus RT I, 01.05.2018).

Euroopa Keskkonna Agentuuri andmetel on Põhja- ja Baltimaade, sealhulgas ka Eesti, hinnang oma vanade loodusmetsade seisukorrale halb, kuna elupaikade pindala väheneb ning neis elavaid liike ning ökosüsteemide struktuure ja funktsioone mõjutab metsamajandus ning teedehitis (Joonis 1, EIONET, 2009).



MS	Biogeographic Region	Conservation status assessment					Km ²	Trend in area	Data quality
		Range	Area	Structure & function	Future prospects	Overall			
FI	ALP						750	=	1
SE	ALP						4970	-	1
EE	BOR						1004	=	2
FI	BOR						14000	-	1
LT	BOR						600	-	3
LV	BOR						225	=	2
SE	BOR						13920	-	1
SE	CON						85	-	1

Joonis 1. Põhja- ja Baltimaade hinnang vanade loodusmetsade seisukorrale (9010*). Punane tähendab halba, kollane ebasoodsat ning roheline soodsat metsade seisukorda (EIONET, 2009).

2013. aasta raporti andmetel pole vanade loodusmetsade olukord paranenud, nende pindala on isegi langenud. Hinnangu “halb” on Põhja-ja Baltimaade Artikkel 17 järgi antud ka Fennoskandia soostuvatele ja soo-lehtmetsadele, teistele Eestis asuvatele boreaalsete metsade elupaigatüüpidele on antud hinnang “ebasoodne”, kuid Euroopa mastaabis on hinnang “halb” antud kõigile Eesti boreaalsete elupaigatüüpidele (EIONET, 2016).

Suurimateks ohuteguriteks metsaelupaikade elurikkusele on uuendusraie ning metsakuivendus. Raietega seotud probleemid pole niivõrd nende mahtudes kui raiutavate puude vanuses. Mida vanemaid puid maha võetakse, seda intensiivsem on metsa noorenemine ning sellega koos ka elupaikade kadumine. Pidevad uuendusraied ning (metsaveo)teede

juurde rajamine killustuvad elupaiku ning lõhuvad looduslikke struktuurielemente (Keskkonnaagentuur, 2014).

Oluliseks teguriks muutustele meie metsades on ka kliimamuutused, aastaks 2100 on oodata õhutemperatuuri tõusu 2,6-4,3 °C võrra, suurenevad ka sademed ning keskmine tuule kiirus. Geograafilise asukoha tõttu on Eesti ning teised põhjapoolkera kõrgematel laiuskraadidel asuvad riigid kliimamuutuste poolt rohkem mõjutatavad, kuna prognoositav temperatuuri tõus on suurem. Soojeneva kliimaga kaasnevad metsade liigilise koosseisu ja kasvukiiruse muutused, erinevate taimekahjurite levimine soodustub, ekstreemsed ilmastikunähtused tihenevad, tuues kaasa sagedasemad metsakahjustused ning boreaalsete metsade piir koos sealsete liikidega nihkub põhja poole (Luhamaa *et al.* 2015).

4. Ökosüsteemide teenused

Ökosüsteemiteenuste kirjeldamine ja klassifitseerimine on viimste kümnendite lõikes saanud laialt uuritud alaks, kuid tüpoloogia on siiani ebajärjekindel. Kirjanduses võib ökosüsteemi teenuste mõiste viidata materiaalsele kasule või ökosüsteemis toimuvatele protsessile, mida inimesed saavad otse tarbida või kasutada (nt puit, veepuhastumine), aga ka ökosüsteemi enda funktsioonidele (nt aineringe) (De Groot *et al.*, 2002). Tänu ökosüsteemile saadud otsesest või kaudset kasu nimetatakse ökosüsteemi teenuseks ehk hüveks (De Groot *et al.*, 2002; MEA, 2005; Elmqvist *et al.*, 2010). Nende teenuste või hüvede kvaliteeti mõjutab otseselt ökosüsteemi funktsionaalsus ja selle elurikkus (MEA 2005; Oliver *et al.*, 2015).

Inimesed sõltuvad igas elu aspektis looduse pakutavatest hüvedest ja teenustest ning seetõttu mõjutavad muutused ökosüsteemis otseselt ka meie heaolu. Ökosüsteemi teenuste põhjalikum uurimine ja mõistmine aitab järelkult põhjendada looduslike koosluste kaitsmist ja taastamist ka majanduslikust vaatenurgast. Hästi funktsioneeriv ökosüsteem võimaldab rahaliselt soodsamaid lahendusi probleemidele, millede kunstlike kõrgtehnoloogiliste meetoditega leevendamine oleks väga kallid (MEA, 2005). Näiteks Saksamaal taastati käesoleva aastatuhande alguses peaaegu 30 000 ha intensiivpõllumajanduse tõttu kuivendatud turbarabasid, millega välditi süsihappegaasi emissioonide tekitatud kahjustusi, säästes aastas kuni 21,7 miljonit eurot ning lisatuluna saadi nendelt aladelt pilliroogu ning turbasammalt (Föster, 2013).

4. 1 Ülevaade ökosüsteemiteenustest ja nende klassifitseerimisest

Enim kasutatud ökosüsteemiteenuste kirjeldamise süsteem on Milleeniumi Ökosüsteemi Aruanne (MEA, *Millenium Ecosystem Assessment*) milles jaotatakse ökosüsteemi teenused varustavateks, reguleerivateks, toetavateks ning kultuurilisteks hüvedeks (Saarikoski *et al.*, 2015; MEA 2005). Antud klassifikatsiooni süsteemi on palju kritiseeritud, sest hüvede kategooriad on liiga üldised ja ebaselged praktiliseks kasutamiseks ning teenuste rahalisel hindamisel võib esineda topeltarvestamist juhul, kui kaudset hüve loetakse eraldi teenusena ning selle hind sisaldub ka otseses hüves (Balmford *et al.*, 2008; Boyd & Banzhaf, 2007). Tuntud klassifitseerimissüsteem on ka TEEB (*The Economics of Ecosystems and*

Biodiversity), mis on sarnane MEA süsteemile, kuid toetavaid ehk tugiteenuseid ei loeta teenuste alla, sest need on ökoloogilised protsessid, mitte lõplikud teenused. TEEB süsteemis eristatakse elupaigateenuste klassi, mis pakub elupaiku ning säilitab geneetilist mitmekesisust. MEA klassifikatsioon paigutab need teenused tugiteenuste alla ning CICES reguleerivate ja säilitavate teenuste alla. Lisaks on TEEB'i süsteemis täpsemini kirjeldatud erinevus teenuste (*services*), mis mõjutavad inimesi nii otseselt kui ka kaudselt ja hüvede (*benefits*) vahel, mis mõjutavad inimtegeveust ainult otseselt (Elmqvist *et al.*, 2010).

CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*), mida kasutab Euroopa Keskkonnaagentuur, kirjeldab ökosüsteemiteenuseid kui mingeid bioomi biotiliste ja abiotilise interaktsioonide koosmõjul saadavaid kaupu või teenuseid, mida inimesed saavad otse kasutada, seega kirjeldab antud süsteem lõplikuid ökosüsteemide teenuseid (*final ecosystem services*). Selles süsteemis eristatakse teenuseid hüvedest, defineerides teenuseid (*services*) kui inimesele kasutoovaid lõplikke ökosüsteemiteenuseid, mis jäävad seotuks ökosüsteemi funktsioonidega ning hüvesid (*benefits*) kui teenuste poolt pakutavaid tooteid või elamusi, mis ei ole funktsionaalselt seotud ökosüsteemiga. Ka siin ei loeta tugiteenuseid, sest need pole otseselt inimeste poolt kasutatavad, vaid ökosüsteemi toimimiseks vajalikud protsessid, mis võimaldab teiste teenuste olemasolu. CICES'i klassifikatsioon on väga täpne ja hierarhiline, et selle abil oleks mugavam ja efektiivsem hinnata ökosüsteemi teenustest saadavat materiaalselt kasu. Teenused jaotatakse kolme sektsiooni: varustavad, reguleerivad ja säilitavad ning kultuurilised teenused, need omakorda jagunevad kaheksaks divisjoniks (nt vesi, füüsiliste, keemiliste ja bioloogiliste olude reguleerimine), mis jaotatakse 20 teenuste gruppi ja lõpuks 48 klassi (Haines-Young & Potschin, 2018).

Varustavateks teenusteks loetakse teenuseid, mida inimesed saavad otseselt tarbida nagu toit (põllukultuurid, ulukid, marjad, seened), puhas vesi, tooraine (puit, turbasammal, maavarad), ravimtaimed (MEA 2005; Elmqvist *et al.*, 2010; Haines-Young & Potschin, 2018).

Reguleerivate teenuste all mõeldakse ökosüsteemis toimuvaid protsesse, mis reguleerivad vee-, õhu- ja mullakvaliteeti, kliimat, üleujutusi, haiguste levikut, tolmemdamist, erosiooni ja veevarusid. Need teenused on inimestele kasulikud kaudselt ning võimaldavad kas varustavate teenuste pakkumist (MEA 2005; Elmqvist *et al.*, 2010; Haines-Young & Potschin, 2018).

Kultuurilised hüved omavad inimese jaoks esteetilist, spirituaalset, rekreatsioonilist ja teaduslikku ning elukvaliteeti parandavat väärtust. Hüvede alla kuuluvad (öko)turism, (pärand)kultuuri ja teadmiste säilitamine ning sotsiaalsete ja rekreatsiooniliste tegevuste võimaldamine (matkamine, kalastamine, marja-seenekorjamine) (MEA 2005; Elmqvist *et al.*, 2010; Haines-Young & Potschin, 2018).

Tugiteenused on vajalikud kõigi teiste ökosüsteemi protsesside toimimiseks ning võimaldavad ülejäänud ökosüsteemiteenuste olemasolu. Nende teenuste alla loetakse aineringe, elupaigad, mullateke, fotosüntees (MEA, 2005).

Elupaigateenused on vajalikud kohalikele ning migreeruvatele liikidele, pakkudes neile sobivat elupaika. Teatud liigid vajavad paljunemiseks spetsiifilist elupaika, TEEB süsteem kutsub seda lastehoiuteenuseks (*nurse-service*). Geneetilise mitmekesisuse teenus hõlmab genofondi säilitamist, mikroevolutsiooni toimumumist ning endeemsete liikide abil makro-evolutsiooni jälgimist. Erinevate liikide olemasolu mõjutab otseselt ka teiste ökosüsteemi teenuste olemasolu (Elmqvist *et al.*, 2010).

4.2 Ökosüsteemide teenused Eestis boreaalsete metsade näitel

Käesolevas töös tuginetakse CICES'i ökosüsteemiteenuste klassifikatsioonile, sest see sobib ökosüsteemiteenuste täpseks, topeltarvestamiseta hindamiseks ning seda kasutab Euroopa Keskkonnaagentuur. Sellel süsteemil põhineb Euroopa Liidu MAES projekt ehk ökosüsteemide ja nende teenuste hindamine ja kaardistamine (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services), mille eesmärk on ühtselt ära hinnata ja kaardistada kõigi Euroopa liiksmesriikide ökosüsteemide teenused (Maes *et al.*, 2018). Soomes tehtud ülevaatlikud tööd ökosüsteemiteenustest põhinevad samuti CICES'i klassifikatsioonil, kuna seal on boreaalsed metsad ja meile sarnased ökosüsteemid, oleks Eestil võimalik metsa- ja teiste ökosüsteemide kirjeldamisel ja hindamisel võimalik eeskju võtta (Saastamoinen, 2014; Arovuori & Saastamoinen, 2013).

4.2.1 Varustavad teenused

Varustavaid teenuseid on võrreldes reguleerivate ja kultuuriliste teenustega lihtne rahaliselt hinnata ning Eestis läbi viidud uuringute järgi väärtustavad ja tunnevad inimesed enim varustavaid teenuseid (MEA, 2005; Räst, 2014; Ehvert, 2013).

Eesti oluliseimaks metsaökosüsteemide varustav teenus on puit, mis on primaarsektori metsamajanduse aluseks. Puidutööstus pakub enim töökohti ning on üks tähtsamaid ja suuremaid tööstusharusid. Kuna tegu on kodumaise ressursiga, mis tehakse kohapeal kaubaks, jääb lisandväärtus Eestisse. Kõige rohkem toodetakse puidust saematerjali, kusjuures okaspuidust tunduvalt rohkem kui lehtpuudest, puiduhaket ja puitlaaste, saepuru, tselluloosi, paberit ja pappi (Aastaraamat Mets 2016). Lisaks tarbepuidule on antud ressursil ka oluline roll biokütuse, soojusenergia ja elektri tootmisel. Võttes eeskuju Soomelt ja Rootsilt, võiksime biokütteks paremini ära kasutada raiejääke ja kände (Eesti Põllumajandusministeerium 2007).

Lisaks kogutakse metsast puitu luudade ja vihtade valmistamiseks, osa vihtadest kasutatakse ka loomasöödaks, puujuuri käsitöö materjaliks ning noori kuuski jõulukuuskedena kasutamiseks, kusjuures 2017. aastal raiuti riigimetsadest 11 500 jõulukuuske (Erametsakeskus, 2010; Paal T., 1999; RMK).

Eestis on marja- ja seenekorjamine au sees, kuid ajaveetmistevõimeks said need alles hilisel Nõukogude perioodil, varasemalt olid metsmarjad sissetuleku allikaks ning oluline ekspordikaup (Bardone & Pungas-Kohv, 2015). Enimkorjatud marjad on mustikas, mida korjatakse kuni 3500 t/a, pohl, mida korjatakse kuni 250 t/a, metsmaasikas ja metsvaarikas, kuid lisaks neile korjatakse ka sinikat ja rabamurakat (Erametsakeskus, 2010; Kalle & Sõukand, 2012).

Ajalooliselt on Eestis kasutatud toiduks ja ravi eesmärkidel tunduvalt rohkem taimi ning kuigi ka tänapäeva inimesed tunnevad ja korjavad kadakamarju ja karulauku, on paljud söödavad taimed minetanud oma tähtsuse (Kalle & Sõukand, 2012). Kasemahla, mida saab nii arukaselt kui sookaselt, koguti nõukogude ajal tööstuslikult, tänapäeval varutakse kasemahla peamiselt enda tarbeks, näiteks 2008. aastal varuti 629 tonni mahla (Erametsakeskus, 2010).

Söögiseeni leidub Eestis rohkem kui 300 liiki, suurimad söögiseente varud on sinika-, sambliku- ja kanarbiku männikutes ning kastikuloo-kuusikutes, lisaks on ka teistes Põhja-Euroopa boreaalsete metsakasvukoha metsatüüpides märkimisväärselt suurte varudega

seeneleiukohad (Keppart, 2006; viidatud Erametsakeskus, 2010 järgi). RMK on 2009. aastal kaardistanud oma matkaradade läheduses seente ja marjade leiukohad ning on välja toonud tuntumad söögiseened nagu kukeseen, puravikud, männi- ja kaseriiskas, kännumampel, võiseen, sirmik, kitsemampel, tatikas ja must-torbikseen (RMK^a; Kitter, 2011).

Metsas leiduvaid taimi ja ka seeni ning samblikke kasutatakse rahvameditsiinis, näiteks on tuntud ravimtaimedeks angervaks, islandi käokõrv, kanarbik, leesikalehed, kanarbik, kaselehed, männikasvud, must pässik (Erametsakeskus, 2010).

Taimi, samblikke ja seeni kasutatakse ka looduskosmeetika, traditsioonilise käsitöö, loodusliku toonijate ja värvide toorainene või lisanditena, neid korjatakse kui ilutaimi ning männi- ja kuusevaiku kasutatakse nii rahvameditsiinis kui keemiatööstuses (Peterson & Uustal, 2015)

Jahiulukite olemasolu on samuti varustav teenus. Lisaks toiduks küttimisele jahitakse ka populatsioonide arvukuse piiramise ja karusnaha saamise eesmärgil. Eestis oli 2016. aasta seisuga 13 720 jahimeest ning kütiti kokku 81 987 jahiulukit. Meie jahiulukite nimekirja kuulub 20 looma- ja 32 linnuliiki, neist enimkütitud liigid on metssiga, metskits, kährik, part, põder, kobras, rebane ja punahirv. Jahimeestel on alates 2006. aastast kohustus pidada ulukite ruutloendust, et saada paremat ülevaadet Eesti metsloomade arvukusest (Aastaraamat Mets 2016; Peterson & Uustal, 2015).

Metsamesindus on alternatiivne võimalus mesilaste pidamiseks, mis tänapäeval uuesti hoogu kogub. Metsast saadud mesi on puhtam ning korjealad on liigirohked. Produktiivseimad boreaalsete metsade kasvukohatüüpide korjealad meemesilastele on kanarbiku, pohla, sambliku, karusambla-mustika ja mustika kasvukohatüübid. Metsamesinduseks sobivad madala boniteediga ja täiusega puistud (Rohtla, 2014).

Metsauuendamise eesmärgil varutakse puude seemneid kas raiutud või kasvavatelt puudelt. 2016. aastal müüdi 848 kg metsapuu seemneid, enim varutakse männi-, kuuse- ja kaseseemet (Erametsakeskus, 2010; Aastaraamat Mets 2016).

Tõrva on ajalooliselt Eestis rohkelt toodetud ning hiljuti taas populaarsust kogunud, seda kasutatakse puidutoodete kaitsmiseks kahjustuste eest. Enim kasutatakse tõrva tootmiseks männi kände. Männilt saab ka vaiku, tänapäeval kasutatakse seda tervise- ja ilutoodetes marginaalsetes kogustes (Erametsakeskus, 2010).

4.2.2 Reguleerivad ja säilitavad teenused

Oluliseim metsaökosüsteemide poolt pakutav reguleeriv ökosüsteemi teenus on süsiniku sidumine ja selle talletamine. Süsiniku sidumise ja säilitamise võimekus sõltub puistu vanusest, mullatüübist ning selle temperatuurist ja niiskusest, aga ka metsa majandamisest. Näiteks lageraietel vabaneb mullast kuni 55% süsinikku ning metsade kuivendamine intensiivistab mullahingamist, põhjustades süsiniku eraldumise (Eesti Maaülikool, 2015; Pumpanen, 2003; Kriiska *et al.*, 2015). Kokku seovad Eesti metsaökosüsteemid aastas 5,5 tonni CO₂, sellest enamus talletub puutüvedes, kuid osa akumuleerub ka mullas, varises ja surnud puidus (*National Inventory Report*, 2014). Meie kliimavöötmes sisaldab muld rohkem seotud süsinikku kui maapealne biomass, paremini seovad süsinikku turvas- ja mineraalmullad (Prentice, 2001; Kõlli *et al.*, 2004). Kliimamuutused mõjutavad oluliselt metsaökosüsteeme ning seeläbi ka süsiniku sidumist, näiteks temperatuuri tõustes talletub mulda vähem süsinikku, samas suureneb kõrgema temperatuuri ja mullaniiskusega mullahingamine ehk tekib rohkem CO₂ emissioone (Kriiska *et al.*, 2015; Rasse *et al.*, 2005; Nilson *et al.*, 1999). Kõrgem temperatuur, õhuniiskus ja CO₂ kontsentratsioon õhus mõjuvad positiivselt primaarproduksioonile, mis omakorda seob rohkem süsinikku (Lindner *et al.*, 2010)

Metsaökosüsteemidel on võime reguleerida kohalikku ja piirkondlikku kliimat, vähendades UV kiirguse, ekstreemsete temperatuuride ja tuulte mõju ning reguleerides vee- ja niiskusežüümi (Peterson & Uustal, 2015). Näiteks Soomes tehtud uurimused on näidanud, et metsade läheduses asuvates elamurajoonides elavad inimesed maksavad 10-20% vähem soojustuse eest kui inimesed, kes elavad lagedamate aladega ümbritsetud asulates. Erinevus tuleneb peamiselt metsade võimest nõrgendada tugevate tuulte mõju (Matero *et al.*, 2003; viidatud Saarikoski *et al.*, 2015 järgi).

Metsade tormikaitse funktsioon on oluline põllumaade läheduses, kus tuulekahjustused mõjuvad lagedale erosioonitundlikule maastikule eriti tugevalt (Saastamoinen, 2014; Peterson & Uustal, 2015).

Kevadiste või teiste üleujutuste ning suure hulga sademete korral aitab metsa olemasolu vähendada või vältida kahjustusi (nt erosiooni) läbi transpiratsiooni ja infiltratsiooni (Saastamoinen, 2014; Peterson & Uustal, 2015).

Metsad aitavad säilitada looduslikku veerežiimi, neil on veeringluses põhiline roll, sest läbi transpiratsioonil ja evaporsatsioonil saab aurustunud vesi taassiseneda veeringesse. Metsade maapind imab endasse äravooluveed ning liigse pinnasevee, hoides seeläbi ära eutrofeerumist, sest mineraalide ja teiste toitainetega rikastunud vesi ei jõua suuremate veekogudeni (Saastamoinen, 2014). Lisaks reguleerivad metsad ka mageveeökosüsteemide (jões, ojad) toimimist (Peterson & Uustal, 2015).

Vee puhastamine toimub peamiselt metsastunud valgaladel ja puhveraladel, mis on oluliseimad õhulämmastiku ja fosfori sadestajad, takistades selle jõudmist veekogudesse (Saastamoinen, 2014; Matero 2004).

Bioremediatsioon ehk mikroorganismide või taimede võime lagundada ohtlike saasteaineid on osa metsaökosüsteemi pakutavatest teenustest (Saastamoinen, 2014). Perekond paju liike saab kasutada füto remedatsioonil ehk taimede bioremedatsioonil nende suure vee ja toitainete omastamise tõttu kasvuperioodil. Kahjulike ainete omandamist saab suurendada juurte teatud bakteritega nakatamisel. Pajusid kasutatakse peamiselt endistes prügilates ja tööstus- või ohtlikke jäätmete aladel, Eestis aga heitvee puhastamisel (Jürgens, Heinsoo & Koppel, 2006). Ka kukemarjal on teatud füto remedatsiooni võime (Saastamoinen, 2014).

Õhukvaliteedi reguleerimine on oluline reguleeriv teenus, seda eriti linnaliste asulate läheduses, kus tekib palju saastet. Metsad koguvad ja tarbivad rohkelt õhusaastet (lämmastik- ja vääveloksiidid, muud osakesed), seda peamiselt tuulekiruse aeglustumise tõttu metsas (Peterson & Uustal, 2015; Saastamoinen, 2014).

Metsaökosüsteemides elavad liigid on võimelised piirama puidukahjurite levikut nendega konkureerides, neid jahtides või neil parasiteerides. Näiteks kuuse-kooreüraski looduslikud

vaenlased on parasiit *Tomicobia seitneri* ja harilik sipelgmardikas ning suurimetajate näitena võib tuua hunti, kes piirab põdra levikut. Lisaks takistavad metsas elavad liigid ka võõrliikide levikut (Saastamoinen, 2014). Lõuna poolt liiguvad uued kahjurid põhjapoolsetele aladele nii kliimamuutuste kui ülemaailmase kaubanduse ja turismi tõttu. Liigid mis võivad Eesti aladele jõuda on näiteks männi-laguuss, kes põhjustab mändide hukkumist, saare-salehundlane, kes põhjustab saarte hukkumist, siberi kedrik, kelle röövikud toituvad okaspuude okstest ning tekitavad ulatuslikke kahjustusi ning käsnalainelane, kes on Euroopas laialt levinud lehtpuude kahjur (Õunap, 2013)

Metsaökosüsteemidel on oluline roll haigustekitajate leviku piiramisel. Peamised patogeenid on seenhaigused, mille vastu aitavad teatud mükoriisa sümbiondid (Peterson & Uustal, 2015; Saastamoinen, 2014). Kliima muutustega kaasnevad uued patogeenid ja kahjurid, Eestis on uuteks liikideks saaresurm ning puna- ja pruunvöötaud (Õunap, 2013)

Tolmeldamine ja seemnete levitamine on oluline teenus, mida viivad peamiselt läbi putukad ja sipelgad. Metsad on elupaigaks ka paljudele põllukultuure tolmeldavatele putukatele, neist olulisemad on kimalased, erakmesilased ja meemesilased (Saastamoinen, 2014; Viik & Mänd, 2017)

Metsade poolt pakutavad elupaigategenused olulised nii kaitsealustele kui tavalistele liikidele. Eestis on Natura 2000 kaitse all olevat 60 Loodusdirektiivi elupaika, 542 loodusala, 51 taime- ja loomaliigi elupaika, millel on eriti oluline roll elurikkuse säilitamisel.

“Eesti looduskaitse arengukava aastani 2020” paneb rõhku elupaikade ja nende võrgustike taastamisele ja säilitamisele, looduslike elupaikade puhul nagu metsad ja sood, rakendatakse olemasoleva ökosüsteemi häirimatut säilitamist. Eestis on võrreldes teiste samal laiuskraadil olevate riikidega siiski liigirikas, seega võiks elupaikade mitte häirimine olla prioriteet. Euroopa Liidu Loodusdirektiivi eesmärkide täideviimiseks on vaja parandada kaitsemeetmeid ning võtta uusi elupaiku kaitse alla (Keskkonnaministeerium, 2012).

Geneetilise mitmekesisuse teenus aitab säilitada erinevaid geenivariatsioone, et tulevastel põlvedel oleks stressitingimustes või keskkonna muutumise tingimustes võimalik kergemini adapteeruda (Saastamoinen, 2014). Kasuliku geneetilise profiiliga puude säilitamiseks on

Eestis genofondi kaitsealad, kus kasvavad iseloomulikud liigid ning mets on loodusliku päritoluga (Palo, 2001).

Lisaks pakuvad metsaökosüsteemid põua leevendamise, põhjavee taseme hoidmise, erosioonivastase kaitse ja mullaviljakuse hoidmise teenuseid (Peterson & Uustal, 2015).

4.2.3 Kultuurilised teenused

Loodusest saadav rahulolu ning ökosüsteemide pakutavad rekreatsiooniliste tegevuste võimaldamine nagu matkamine, linnuvaatlus, marjakorjamine on mittemateriaalsed hüved ehk kultuurilised teenused, mida inimene võib nautida tänu hästi toimivatele ökosüsteemidele (MEA, 2005).

Kultuurilised teenused on CICES'i definitsiooni järgi hüved, sest nad pole funktsionaalselt ökosüsteemiga seotud, näiteks peale kogemuse saamist jäävad foto, mälu pilt või teadmised inimesele ka pärast seda, kui ta enam selles ökosüsteemis ei viibi (Haines-Young & Potschin, 2018; Saarikoski *et al.*, 2015).

Rekreatsiooni ehk virgestusega seotud tegevused põhinevad looduse pakutavale meeldivale keskkonnale, kus saab harrastada erinevaid tegevusi. Vabas looduses viibimine vähendab stressi ning parandab tervist (Erametsakeskus, 2010; Peterson & Uustal, 2015).

Loodusturism on Eestis pigem väike majandusharu ning on viimastel aastatel populaarsust kogunud välismaa loodusturistide seas, aga ka seetõttu, et loodus- või ökoturismi on hakatud keskealistest noorematele vanusegruppidele turunudama. Pakutakse erinevaid loodusturismi võimalusi nagu jahi pidamine, kalastamine, ekstreem-, seiklus- või sporditurism, erinevad matkad ning loodusvaatlus. Eesti omapärase looduse võimalusi võiks turismi eesmärkidel osavamalt ära kasutada, hetkel ei kasutata loodusturismi potentsiaali efektiivselt ära (Consumetric, 2008). Harrastatuimad loodusturismi tegevused aastal 2008 olid ettevalmistatud puhkekohtadel ajaveetmine ning õppe- ja matkaradadel liikumine. Enim harrastatud virgestustegevused metsades on marjul-seenel käimine, (koeraga) jalutamine, tervisesport ja suusatamine ning looduse vaatlemine/pildistamine. Metsas käivad regulaarselt või hooajaliselt üle poolte inimestest, tihedamini teevad seda metsaomanikud (Erametsakeskus, 2010; Kaldaru, 2008).

Loodusteadlikke inimesi võib metsa tuua võimalus uurida oma valdkonna objekte, näiteks seeni, taimi, loomi, samblikke. Selliseid tegevusi kutsutakse ka loodusharrastusteks. Kunstilembelisi inimesi toob metsa aga selle esteetiline ilu ning omadus pakkuda inspiratsiooni (Peterson & Uustal, 2015).

Pärandkultuuriobjektid annavad infot meie kultuuri kohta, need on seotud identiteedi ja väärtushinnagutega. Pärandkultuuriobjektideks võivad olla ristipuud, kiviaiad, vanad hiied, hiiepuud, hiieallikad, põlismetsateed, metsavendade punkrid, silmapaistvad puistud, traditsioonidega seotud puistud jne. RMK on kaardistanud pärandkultuuriobjektid kõikides maakondades ning praegu on nende andmebaasist võimalik leida üle 37 000 objekti kohta infot (Peterson & Uustal, 2015; RMK^b). Enim ohustab nende objektide kadumist teadmatus nende olemasolu ja väärtuse kohta, mis tõusis esile peale maaomandi reformi, mil vahetusid omanikud (Erametsakeskus, 2012).

Looduses viibimine võimaldab praktiliste teadmiste omandamist, seetõttu võimaldavad ka koolid õueõpet ja matku loodusõpperadadel (Sall, Uustal & Peterson, 2012). RMK korraldab loodushariduse edendamiseks erinevaid programme ja üritusi, näiteks teemaõhtuid, teabeõhtuid, infopäevi, matkasid, lisaks suurenavad erinevad teabepunktid ning loodusradadel olevad infotahvlid looduses viibijate teadlikkust (Aastaraamat Mets, 2016).

5. Ohud metsaökosüsteemi teenustele

Metsade pakutavad ökosüsteemi teenused sõltuvad otseselt ja kaudselt metsade tervislikust seisundist. Metsa kahjustusi tekitavad peamiselt tormid, ulukid, ebasoodsad veerežiimid, seenhaigused (juurepess, külmaseen) ja putukkahjurid (üraskid, männivaksikud, nõmme-võrgendivaablane) ning inimõju (Keskkonnaministeerium 2012; Aastaraamat Mets 2016). Kahjustuste mõju suureneb kliimamuutustega, näiteks ekstreemsemate ilmastikutingimustega suurenevad tormikahjustused ja metsatulekahju kahjustused, üraskite paljunemisperiood pikeneb, laieneb kahjurite leviala, ning seega on oodata okaspuistute suuremat nakatumist ja hävimist (Keskkonnaministeerium, 2013).

Kliimamuutustest tingitud liiga kõrged või madalad temperatuurid võivad vähendada ulukite arvukust ja marjasaakide suurust. Sademete hulga suurenemine raskendab niisketel aladel metsaraiet ning selle käigus saab alustaimestik rohkem kahjustusi. On oodata ka metsamaa pindala vähenemist merepinna tõusu arvelt. Kultuuriliste teenuste pakkumine väheneb talvel näiteks talispordi arvelt, sest lumekattega päevade arv jääb väiksemaks. Põudade ja tugevate vihmade sagenemine vähendab virgestus- ja turismivõimalusi (Peterson & Uustal, 2015). Need muutused mõjuvad negatiivselt ka elurikkusele, mis on vajalik ökosüsteemide toimimiseks ja nende teenuste võimaldamiseks. Siiani pole Eestis ökosüsteemide hüvede kaitsmisega suurel tasandil tegeletud, kuid "Looduskaitse arengukava aastani 2020" järgi peaks aastaks 2018 kaardistama ning anda hinnangu kõigile Eesti ökosüsteemiteenustele ning aastaks 2020 nendele rahalise väärtuse välja arvutama ning neid teadmisi tuleks kasutada poliitiliste otsuste tegemisel (Keskkonnaministeerium, 2012).

Kokkuvõte

Eestis kasvavad kuus ‘‘Loodusdirektiivi’’ Põhja-Euroopa boraalse metsa elupaigatüüpi, mis moodustvad suurema osa kogu metsamaast. Metsad ja teised ökosüsteemid pakuvad teenuseid ja hüvesid, millest inimene saab otsest või kaudset kasu. Need teenused jagunevad CICES’i klassifikatsiooni järgi kolme peamisesse klassi: varustavad, reguleerivad ja kultuurilised teenused. Eesti boreaalsetes metsades leidub rohkelt teenuseid, neist oluliseimad on süsiniku sidumise ja talletamise ning puidu kui tooraine olemasolu. Intensiivne metsamajandamine ja kliimamuutused ning nendest tulenev elurikkuse vähenemine mõjutavad ökosüsteemiteenuste olemasolu ja stabiilsust negatiivselt. Ökosüsteemide ja nende teenuste kaitsmiseks ja säilitamiseks peaks Eestil olema neist põhjalikum ülevaade.

Summary

Six habitat types of Habitats Directive are found in Estonia, they make up most of the total forest area. Forests and other ecosystems provide services and benefits that people can gain direct or indirect profit from. According to CICES classification, those services are divided into three classes: provisioning, regulating and cultural services. There are many services in Estonian boreal forests, most important of them are carbon sequestration and storage and wood as raw material. Intensive forest management and climate change and resulting loss of biodiversity affect the availability and stability of ecosystem services negatively. To better protect and preserve ecosystem services, Estonia should have more exhaustive overview of them.

Tänuavaldused

Ma tänan väga oma juhendajat Ene Kooki, kes oli alati kättesaadav ja abivalmis ning motiveeris mind lõputöö kirjutamisel.

Kasutatud kirjandus

Aastaraamat Mets 2016, Keskkonnaagentuur, Tallinn

Adger, W.N., Hughes, T.P., Folke, C., Carpenter, S.R. & Rockström, J. 2005. Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science* 309: 1036–1039

Ahti, T., Hämet-Ahti, L. & Jalas, J., 1968. Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. *Annales Botanici Fennici* 5 (3): 169–211.

Arovuori k., Saastamoinen O., 2014. Classification of agricultural ecosystem goods and services in Finland, Pellervo Economic Research PTT, Helsinki

Balmford, A., Rodrigues, A., Walpole, M. J., ten Brink, P., Kettunen, M., Braat, L., & de Groot, R., 2008. Review of the Economics of Biodiversity Loss: Scoping the Science. European Commission, Brussels

Bardone, E. & Pungas-Kohv, P., 2015. Changing Values of Wild Berries in Estonian Households: Recollections from an Ethnographic Archive, *Journal of Baltic Studies*, 46:3, 319-336

Boyd, J. and Banzhaf, S., 2007. What Are Ecosystem Services? The Need for Standardized Environmental Accounting Units. *Ecological Economics* 63(2-3): 616–626.

Consumetric, 2008. Eesti loodusturismi pakkumise uuring

https://d3otexg1kysjv4.cloudfront.net/docs/2883437_eesti-loodusturismi-pakkumise-uuring.pdf

(Vaadatud 21.05.2018)

De Groot, R. S., Wilson, M. A., Boumans, R. M. J. 2002. A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecological Economics*, 41, 3, 393–408.

Eesti Maaülikool. 2015. Metsaressursi analüüs süsiniku sidumise maksimeerimiseks: *Lepingulise töö aruanne*. Eesti Maaülikool. Metsandus ja Maaehitus Instituut. Tartu

Eesti Põllumajandusministeerium. Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava aastateks 2007-2013. 2007

<https://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/BIOENERGEETIKA/bioenergia.pdf>

Vaadatud: 12.05.2108

Ehvert K., 2013, Lahemaa rahvusparki ökosüsteemiteenused. Magistritöö. Tallinna Ülikool. Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut. Loodusteaduste osakond. Tallinn

Elmqvist, T., Matby E., Barker T., Mortimer M., Perrings C., Aronson J., *et al.*, 2010. Biodiversity, ecosystems and ecosystem services. In: Kumar P., *et al.*, (ed). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Earthscan, London, UK

European Topic Centre on Biological Diversity (EIONET), 2016. European Environment Agency

<https://forum.eionet.europa.eu/habitat-art17report/library/2007-2012-reporting/factsheets/habitats/forests>

(Vaadatud 21.05.2018)

European Topic Centre on Biological Diversity (EIONET), 2009. European Environment Agency

https://forum.eionet.europa.eu/habitat-art17report/library/2001-2006-reporting/datasheets/habitats/forests/forests/9010-western_taigapdf/download/en/1/9010-Western%20Taiga.pdf?action=view

(Vaadatud 12.05.2018)

Euroopa nõukogu direktiiv 92/43/EMÜ, looduslike elupaikade ning loodusliku taimestiku ja loomastiku kaitse kohta. 1992, lk 15-73

(<http://www.natura2000.envir.ee/files/doc/loodusdirektiiv.pdf>)

(Vaadatud 21.05.2018)

Food and Agriculture Organization of the United States of America (FAO), 2001. Global Forest Resources Assessment 2000, Main Report. FAO Forestry Paper 140. FAO, Rome.

Föster, J. 2013. Peatlands restoration for carbon sequestration. The Economics of Biosystems and Biodiversity

<http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/01/Peatlands-restoration-for-carbon-sequestration-Germany.pdf>

(Vaadatud 16.05.2018)

Haines-Young R. & Potschin M.B., 2018. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure.

https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/lg23_cices_v5.1_final_revised_guidance_03-10-2017.pdf

(Vaadatud 21.05.2018)

Jürgens K., Heinsoo K., Koppel A., 2006. Paju, mitmekülgne ja kasulik puu. Eesti Loodus 2006/12

<http://www.eestiloodus.ee/index.php?artikkel=1749>

(Vaadatud 17.05.2018)

Kaldaru H., 2008. Metsa mitmekülgne kasutamine. Elanikkonna, erametsaomanike ja väikeettevõtjate küsitlus, Turu-Uuringute AS

Kalle, R., & R. Sõukand., 2012. Historical Ethnobotanical Review of Wild Edible Plants of Estonia (1770s–1960s). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 81 (4): 271–281.

Keskkonnaministeeium, 2013. Eesti kuues kliimaaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonverentsi elluviimise kohta. Keskkonnaministeerium, Eesti
https://www.envir.ee/sites/default/files/eesti_6_kliimaaruanne_2013.pdf
(Vaadatud 17.05.2018)

Keskkonnaministeerium, 2012. Looduskaitse arengukava aastani 2020. Tallinn
https://www.envir.ee/sites/default/files/lak_lop_0.pdf
(Vaadatud 17.05.2018)

Kitter M. L., 2011. Kuidas on RMK valinud välja head seene- ja marjametsad? *Eesti Loodus* 2011/10
http://www.eestiloodus.ee/artikkel4164_4140.html
(Vaadatud 21.05.2018)

Kriiska K., Laht J., Kalamees R., Mander Ü. 2015. Maismaa ökosüsteemid. In *BioClim: Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja rakenduskava looduskeskkonna ja biomajanduse teemavaldkondades* (78-113). Eesti Maaülikool, Tartu

Kukk T., Kull K. 1997. Puisniidud. *Estonia Maritima* 2: 3-249.

Kõlli, R., Asi, E., Köster, T. (2004). Organic Carbon pools in Estonian forest soils. *Baltic Forestry*, 10 (1), 19–26.

Laasimer, L., Masing, V., 1995. Taimestik ja taimkate. In Raukas, A. (koostaja). *Eesti Loodus*. Valgus, Tallinn: 364-396.

Looduskaitse seadus. 2013. Riigi Teataja I 01.05.2018

<https://www.riigiteataja.ee/akt/LKS>

(Vaadatud 21.05.2018)

Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar, T., Rosin, K., 2015.

Eesti tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100. Lepingulise töö aruanne projekti “Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepaneku väljatöötamine” lisana. Keskkonnaagentuur.

https://www.envir.ee/sites/default/files/kliimaststsenaariumid_kaur_aruanne_ver190815.pdf

(Vaadatud 21.05.2018)

Lõhmus, E., 2004. Eesti metsakasvukohatüübid. Eesti Loodusfoto, Tartu

Matero, J. 2004. Cost-effective measures for diffuse load abatement in forestry. *Silva Fennica* 38(3):333-345.

Meier, E. & Paal, J., 2009. Cryptogams in Estonian Alvar Forests: Species Composition and Their Substrata in Stands of Different Age and Management Intensity. *Annales Botanici Fennici* 46 (1): 1–20.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC

Metzger, M. J., R. G. H. Bunce, R. H. G. Jongman, C. A. Múcher, ja Watkins, J. W., 2005. A Climatic Stratification of the Environment of Europe. *Global Ecology and Biogeography* 14 (6): 549–63.

National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Greenhouse Gas Emissions in Estonia 1990–2012. (2014). Tallinn. Ministry of the Environment

[https://energiatalgud.ee/img_auth.php/4/45/Keskkonnaministeerium.Greenhouse Gas Emissions in Estonia 1990-2012.pdf](https://energiatalgud.ee/img_auth.php/4/45/Keskkonnaministeerium.Greenhouse_Gas_Emissions_in_Estonia_1990-2012.pdf)

(Vaadatud 21.05.2018)

Nilson, A., Kiviste, A., Korjus, H., Mikhelson, S., Etverk, I., Oja, T. (1999). Impact of recent and future climate change on Estonian forestry and adaptation tools. *Climate Research*, 12, 205–214.

Nilsson, S.G., 1997. Forests in the Temperate-Boreal Transition: Natural and Man-Made Features. *Ecological Bulletins*, 46: 61–71.

Oliver, T. H., Isaac, N. J. B., August, T. A., Woodcock, B. A., Roy, D. B., & Bullock, J. M., 2015. Declining resilience of ecosystem functions under biodiversity loss. *Nature Communications*, 6, 10122.

Paal, J., 2007. Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat. Auratrükk. Tallinn

Paal, J., 2000. “Loodusdirektiivi” elupaigatüüpide käsiraamat. Tartu Ülikool. Botaanika ja ökoloogia instituut.

<http://www.botany.ut.ee/jaanus.paal/n2000.pdf>

(Vaadatud 21.05.2018)

Paal, J., 1999. Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon. Keskkonnaministeeriumi Info-ja Tehnokeskus Tallinn

Palo A., 2001. Väike põlismetsaraamat. Eesti Loodusfoto. Tartu

Peterson K., Uustal M., 2015. Ökosüsteemiteenused. In *BioClim: Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja rakenduskava looduskeskkonna ja biomajanduse teemavaldkondades (197-207)*. Tartu

Prentice, I. C. (2001). The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide. Climate Change 2001: The Scientific Basis IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 183–237.

Rasse, D. P., Rumpel, C., Dignac, M. F. (2005). Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilisation. Plant and Soil, 269, 341–356.

Rohtla A., 2014. Mesiniku abiline. Eesti Mesinike Liit

Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK)^a

<https://www.loodusegakoos.ee/puuri-uuri/metsaannid/harjumaa>

(Vaadatud 21.05.2018)

Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK)^b

<https://www.rm.ee/metsa-majandamine/parandkultuur/milleks-mulle-parandkultuur>

Romano C (ed)., 1996. Interpretation Manual of European Union Habitats (ELET), Version EUR15, European Commission, Directorate-General XI Environment, Nuclear Safety and Civil Protection Nature Conservation, Coastal Zones and Tourism

<http://aei.pitt.edu/33244/1/A3.pdf>

Räst, K., 2014. Lehtpuurikaste metsade struktuur ja ökosüsteemide hüvede sotsiaalne väärtustamine. Magistritöö. Tartu Ülikool Loodus- ja Tehnoloogiateaduskond. Ökoloogia ja Maateaduse Instituut. Botaanika õppetool. Tartu

Saarikoski, H., Jax K., Harrison P. A., Primmer E., Barton D.N., Mononen L., Vihervaara P., & Furman E. 2015. „Exploring operational ecosystem service definitions: The case of boreal forests“. *Ecosystem Services* 14 (Supplement C): 144–57.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.03.006>

Saastamoinen O., Matero J., Horne P., Kniivilä M., Haltia E., Mannerkoski H., & Vaara M., 2014. Classification of boreal forest ecosystem goods and services in Finland. Publications of

the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences, nr 11.

SA Erametsakeskus, 2010. Metsa mitmekülgne kasutamine Eestis.

<http://www.eramets.ee/static/files/407.Metsa%20mitmekylgne%20kasutamine%20Eestis.pdf>

Sall, M., Uustal, M., Peterson, K. 2012. Ökosüsteemiteenused. Ülevaade looduse pakutavatest hüvedest ja nende rahalisest väärtusest. Säätva Eesti Instituut, Tallinn.

Saucier, J-P., 2008. Defining the boreal in the ecological land classification for Quebec. In: Talbot, S.S., ed.: Proceeding of the Fourth International Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF) Flora Group Workshop, 15-18 May 2007, Tórshavn, Faroe Islands. CAFF Technical Report No. 15. Akureyri, Iceland. 53-56

Vanhanen, H., Jonsson R., Gerasimov Y., Krankina O. & Messier C. (eds.) 2012. Making Boreal Forests Work for People and Nature. Policy Brief published by IUFRO's Special Project on World Forests, Society and Environment

https://www.iufro.org/download/file/8354/133/wfse-pol-brief-boreal-forests_pdf/

Viik E., Mänd M., 2017. Eesti kimalased 2017. Põllumajandusuuringute keskus

Õunap, H. 2013. Ohtlikud invasiivsed metsakahjurid. Eesti Mets, 4, 7–13.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Epp Maria Lillipuu,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose ‘‘Boreaalsed metsad Eestis ja nendega seotud ökosüsteemiteenused’’,

mille juhendaja on Ene Kook.

- 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace’i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **20.05.2018**